

白子川流域-比丘尼橋下流調節池の調節効果に関する研究

山梨大学大学院 学生会員 相澤風雅

山梨大学大学院 教授 正会員 末次忠司

1. 序論

特に都市部において、河川の洪水の一部を貯留し、洪水被害の軽減を図る洪水調節施設では、越流堤による流入方式が採用されており、越流堤の堰高が流入量に影響する。越流堤による流入では一定水位を超えた洪水を取り込むため、安全な流量での不要な湛水や、早期に調節池が満たされる可能性などが考えられる。そこで本研究では、降雨特性を考慮し、調節条件（堰高）を変化させることで、洪水調節施設の調節効果や最適な堰高を検討することを目的とする。

2. 概要

2.1 研究対象概要

本研究で対象とする流域及び施設の概要について説明する。対象流域は荒川の二次支川である白子川流域を対象とした。白子川流域では都市化による自然環境や浸透域の減少により水害被害が増大している。

対象施設は東京都が設置した白子川中流の比丘尼橋下流調節池（練馬区）とし、白子川における洪水に対する機能の評価及び高度利用について検討した。

まず、白子川流域において、過去に発生した降雨とそれに伴う水害被害との関係を調査した。降雨は昭和 49 年から比丘尼橋下流調節池の供用が開始される平成 14 年（青）までの降雨と、供用開始から平成 28 年（赤）までの降雨を対象とし、白子川流域で浸水被害が大きいものほど大きな円で示している（図 1）。この結果、比丘尼橋下流調節池の供用開始以前は総雨量の大きい降雨で被害が大きくなる傾向があるが、供用開始後はそのような降雨でも被害が小さくなっていることが分かる。また、時間最大雨量が極端に大きい場合でも被害は必ずしも大きくならないことが分かった。そこで本研究では主に、総雨量が大きい長時間の降雨（No.1～4）と、時間最大雨量が大きい短時間の降雨（No.5～7）の 2 種類の降雨特性を持つ降雨を対象に調節池の高度利用を検討した。対象降雨はアメダス練馬観測所で観測された降雨量（気象庁より）を用い、それらの降雨が白子川流域で発生したと仮定した際の調節池の効果を以下に定義するピーク流量低減率（式 1）によって評価した。

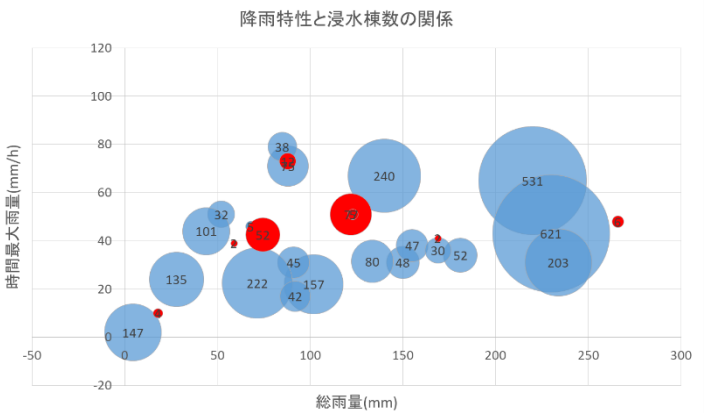


図 1 降雨特性と浸水棟数の関係

表 1 対象降雨（練馬観測所）

番号	西暦	月日	総雨量(mm)	時間最大雨量(mm/h)
1	1981	10月22日	187.0	34.0
2	1982	9月12日	230.0	43.0
3	1991	9月19日	234.0	31.0
4	2004	10月9日	266.0	48.0
5	1981	7月22日	88.0	71.0
6	2005	9月4日	122.0	51.0
7	2010	7月5日	74.5	42.5

なる傾向があるが、供用開始後はそのような降雨でも被害が小さくなっていることが分かる。また、時間最大雨量が極端に大きい場合でも被害は必ずしも大きくならないことが分かった。そこで本研究では主に、総雨量が大きい長時間の降雨（No.1～4）と、時間最大雨量が大きい短時間の降雨（No.5～7）の 2 種類の降雨特性を持つ降雨を対象に調節池の高度利用を検討した。対象降雨はアメダス練馬観測所で観測された降雨量（気象庁より）を用い、それらの降雨が白子川流域で発生したと仮定した際の調節池の効果を以下に定義するピーク流量低減率（式 1）によって評価した。

ピーク流量低減率

$$R_{QP} = \frac{Q_{po} - Q_{pd}}{Q_{po}} \times 100 \quad (\%)$$

(式 1)

R_{QP} ：ピーク流量低減率

Q_{po} ：調節池がない場合のピーク流量

Q_{pd} ：調節池がある場合のピーク流量

2.2 計算手法の概要

比丘尼橋下流調節池地点において、水位観測所や流量観測所は設置されていない。そこで本研究では下流地点における大泉図書館水位観測所の観測値を参考にし、比丘尼橋下流調節池地点でのハイドログラフを合成合理

式(式2)により作成した。また、調節池内への流入量は本間の公式を用い、越流条件は完全越流であると仮定し、算定を行った。ただし、本研究の対象施設である比丘尼橋下流調節池の越流堤幅は100mを超えるため、越流堤幅を20等分し、分割されたそれぞれの区間において連続的に越流計算を行った。

$$\text{合理式} \quad Q = \frac{1}{3.6} \times f \times r \times A \quad (\text{式2})$$

$$\text{本間の公式} \quad Q_0 = 0.35 h_1 B \sqrt{2gh_1} \quad (\text{式3})$$

$$\text{横越流量の補正} \quad Q'/Q_0 = \cos\left(155 - 38 \log_{10}\left(\frac{1}{I}\right)\right) \quad (\text{式4})$$

Q : 流量(m^3/s) f : 流出係数 r : 平均降雨強度(mm/h) A : 流域面積(km^2) Q_0 : 越流量(m^3/s)

Q' : 横越流量(m^3/s) h_1 : 堰高-水位(m) B : 越流堤幅(m) g : 重力加速度(m/s^2) I : 河床勾配

3. 結果・考察

各降雨に対するハイドログラフ及び堰高条件による調節効果は以下ようになった。堰高によるピークカット効果について注目すると、堰高を変化させることでピーク時の流量に大きく影響することが分かった(図3)。これは、洪水規模に対して堰高が低すぎる場合、調節池が早い段階で満たされることにより、ピーク時に洪水を調節できない(図2 堰高0.8m, 1.0m)ためである。そのため、降雨の長期化や大規模化が予想される場合には堰高を上昇させ、流入開始のタイミングを遅らせることで大規模な洪水に対しても大きな効果が見込めると考えられる。

また、今回対象とした7つの降雨において、堰高とピーク流量低減率の関係について整理すると大きく2つの傾向が見られ、総雨量が大きい長時間の降雨

(No. 1~4)では、流入開始のタイミングを遅らせるとともに調節効果が徐々に高くなり、ピーク流量低減率が最大となる堰高より高くすると線形的に下がっていく傾向が見られた。また、時間最大雨量が大きい短時間の降雨(No. 5~7)では今回設定した堰高条件(0.8m~2.0m)では調節池が早期に調節池が満たされる可能性は低く、No. 1~4の降雨ほどピーク流量低減率に大きな差がでないことが分かった。

今回対象とした総雨量が大きい長時間の雨の場合、堰高が低いと早期に調節池が満たされることにより、ピーク時に洪水を低減することができず、水害被害へつながらる恐れがあることが分かった。しかし、可動堰により、降雨ごとに堰高条件を変えることにより、計画降雨以上の降雨が発生した場合にも大きな効果が発揮できる可能性があることが分かった。また、安全が確保できる洪水流量での不要な流入を抑えることで、大規模な洪水に備え、貯留容量を残すといった利用や、流入や排水に伴うメンテナンスにかかるコストといった経済的な面からの高度な利用を検討することができた。

キーワード：調節池、可動堰、都市型水害、比丘尼橋下流調節池

連絡先：t14ce001@yamanashi.ac.jp

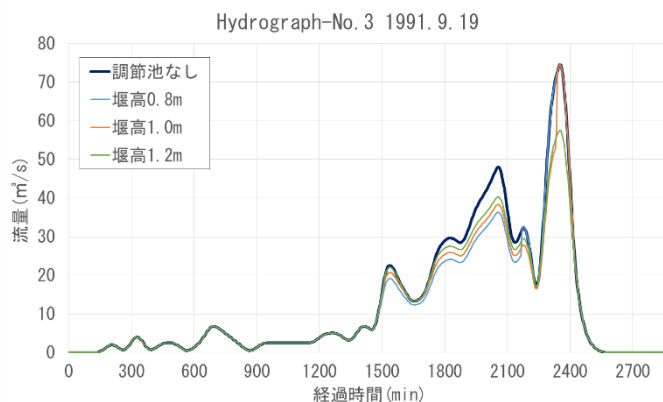


図2 No.3 1991の降雨における調節効果の例

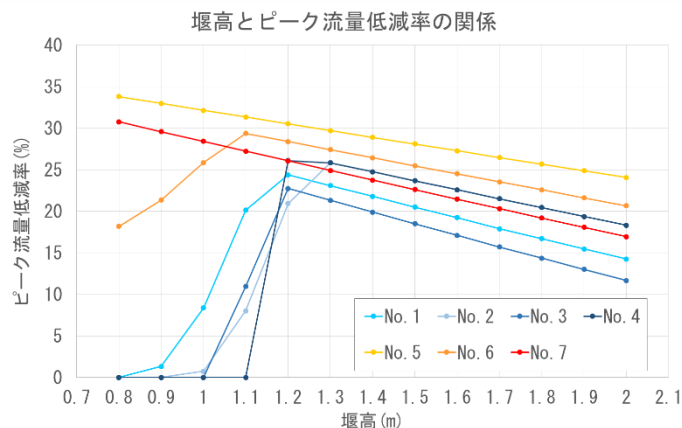


図4 堰高とピーク流量低減率の関係